

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-076925

(43)Date of publication of application : 24.03.1998

(51)Int.Cl. B60T 8/00

(21)Application number : 09-178169 (71)Applicant : ROBERT BOSCH GMBH
(22)Date of filing : 03.07.1997 (72)Inventor : MAISCH WOLFGANG DR
OTTERBEIN STEFAN DR
BLESSING PETER PROF

(30)Priority

Priority number : 96 19634567 Priority date : 27.08.1996 Priority country : DE

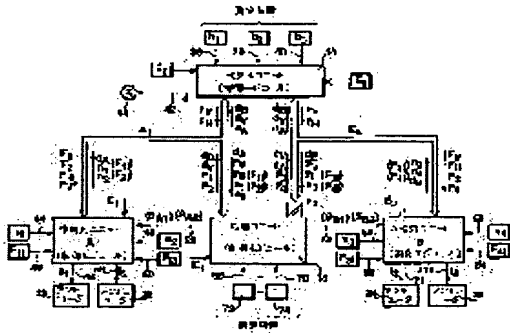
(54) ELECTRONIC BRAKE DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make more optimum a centralized electric brake device relative to a brake device using particularly motor-operated fastening force in consideration of usability and error allowance.

SOLUTION: An electronic brake device for a vehicle comprises; a control module for setting brake forces in vehicle wheels, another control module for determining at least a driver's desire for braking, and at least one communication system interconnecting those modules. At least two, mutually independent, vehicle-mounted power sources (E1 and E2) are provided to energize those control modules. At least one

control module is connected to one vehicle-mounted power source that is separate from that of the other vehicle-mounted power source.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-76925

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月24日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 6 0 T 8/00

B 6 0 T 8/00

B

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-178169

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月3日

(31) 優先権主張番号 1 9 6 3 4 5 6 7, 7

(32) 優先日 1996年8月27日

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 591245473

ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ミ
ト・ベシュレンクテル・ハフツング
ROBERT BOSCH GMBH
ドイツ連邦共和国デー70442 シュトゥ
ットガルト, ヴェルナー・シュトラーセ
1

(72) 発明者 ヴォルフガング・マイシュ

ドイツ連邦共和国 71701 シュヴィーベ
ルディングゲン, エルビンガー・ヴェーク
4

(74) 代理人 弁理士 社本 一夫 (外4名)

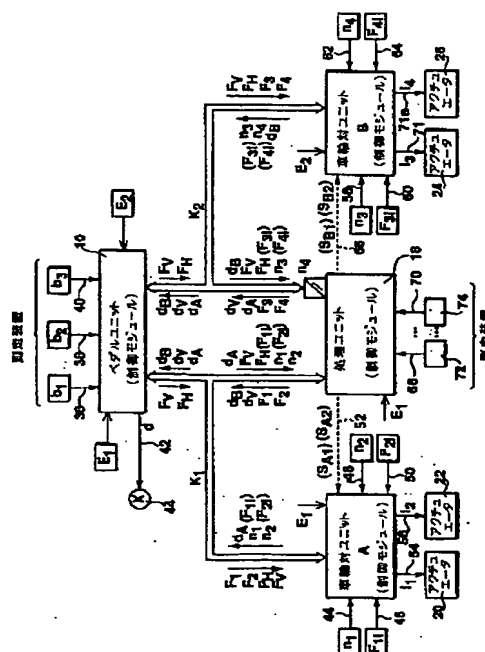
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用の電子式ブレーキ装置

(57) 【要約】

【課題】 とくに電動式締付力を用いたブレーキ装置に対する中央集中電気式ブレーキ装置を、利用性およびエラー許容を考慮してさらに最適化する。

【解決手段】 車両用の電子式ブレーキ装置は、車両の車輪におけるブレーキ力を設定するための制御モジュールと、少なくともドライバのブレーキ希望を求める制御モジュールと、それら制御モジュールを相互に結合する少なくとも1つの通信系統と、を備えている。このような制御モジュールに電気を供給するために相互に独立した少なくとも2つの搭載電源 (E1、E2) が設けられ、ここで少なくとも1つの制御モジュールが他の制御モジュールとは別の搭載電源に接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 次の要素、すなわち、

車両の車輪におけるブレーキ力を設定するための第1の制御モジュール(A、B)と、少なくともドライバのブレーキ希望を求める第2の制御モジュール(10、18)と、第1および第2の制御モジュールを相互に結合する少なくとも1つの通信系統(K1、K2)と、を備えた車両用の電子式ブレーキ装置において、前記の要素に電気を供給するために相互に独立した少なくとも2つの搭載電源(E1、E2)が設けられ、少なくとも1つの要素が他の要素とは別の搭載電源に接続されていることを特徴とする車両用の電子式ブレーキ装置。

【請求項2】 第2の制御モジュール(10、18)が相互に独立した2つの通信系統(K1、K2)に接続されていることを特徴とする請求項1のブレーキ装置。

【請求項3】 第1の制御モジュール(A、B)が車輪ブレーキのグループを操作し、ここで制御モジュールがそれぞれ別々の通信系統を介して制御モジュール(10)および処理ユニット(18)と結合されていることを特徴とする請求項1および2のいずれかのブレーキ装置。

【請求項4】 第2の制御モジュールとして、走行運動制御、アンチロック保護、駆動滑り制御等のような上位機能を実行する処理ユニット(18)が設けられていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかのブレーキ装置。

【請求項5】 第1の制御モジュール(A、B)が電動式ブレーキ設定器を操作することを特徴とする請求項1ないし4のいずれかのブレーキ装置。

【請求項6】 第2の制御モジュール(10)を第1の制御モジュール(A、B)と結合する通信系統が設けられ、ここでこれとは独立の他の通信系統が設けられ、エラーの場合に前記他の通信系統を介して第2の制御モジュール(10)から代替値が伝送されることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかのブレーキ装置。

【請求項7】 上位機能が第2の制御モジュール(10)により実行されることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかのブレーキ装置。

【請求項8】 相互に独立な2つの通信系統が設けられ、これらを介して第1の制御モジュール(A、B)がそれぞれ第2の制御モジュール(10)に結合され、ここで前記通信系統と並列に他のライン結合が設けられ、これらのライン結合を介して第2の制御モジュール(10)から第1の制御モジュール(A、B)に代替値が伝送されることを特徴とする請求項1ないし7のブレーキ装置。

【請求項9】 第1の制御モジュール(A、B)の1つ(A)において上位機能が計算され、この制御モジュールが通信系統を介して第2の制御モジュール(10)お

よび少なくとも1つの他の制御モジュール(B)に結合され、エラーの場合に第2の制御モジュール(10)からライン結合を介して代替値を受け取ることの特徴とする請求項1ないし8のいずれかのブレーキ装置。

【請求項10】 第1の制御モジュール(A、B)が車軸配置ブレーキまたは対角配置ブレーキに付属されていることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかのブレーキ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は車両用の電子式ブレーキ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電子式ブレーキ装置はたとえば国際特許出願第A95/13946号から既知である。そこに記載の電子式ブレーキ装置は、中央モジュールとブレーキ回路または車輪グループに付属のブレーキモジュールとからなり、これらの中央モジュールおよびブレーキモジュールは通信系統を介して相互にデータを交換する。個々の構成部分が故障した場合に、ブレーキ装置の利用性は個々の手段により確保される。この場合考慮されるエラー様式として、モジュールの故障、通信系統の故障、中央モジュールの故障、およびペダルセンサユニットの故障が該当する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】とくに電動式締付力を用いたブレーキ装置に対する中央集中電子式ブレーキ装置を、利用性およびエラー許容を考慮してさらに最適化することが本発明の課題である。

【0004】

【課題を解決するための手段】ブレーキ装置の利用性およびエラー許容を高いレベルに保持するために、相互に独立な2つの搭載電源が使用され、これにより一方の搭載電源が故障した場合においてもブレーキ装置が少なくとも部分的に運転可能な状態を維持している。この場合、両方の搭載電源が同じ電圧値(たとえば12V、24Vまたは48V)を有していることが好ましい。

【0005】さらに、個々の制御要素間に少なくとも2つの独立な情報ラインが設けられ、これにより1つの情報ラインが故障した場合においてもブレーキ装置が少なくとも部分的に作動可能な状態を維持している。

【0006】さらに、ドライバのブレーキ希望を決定するためにエラー許容を有するペダルユニットが設けられ、このペダルユニットが、車軸ごとのブレーキ力ないしブレーキトルクの値を決定するために、またたとえば対角配置車輪のブレーキ力の低減による設定要素の故障の場合のようなエラーの場合にリセット方式を導くために、使用される。

【0007】ブレーキ制御のモジュラ上位機能がブレーキ装置の構成部分である。これらの上位機能の故障の場

合でも、少なくとも車軸ごとのガイド値を用いて制御されたブレーキ作動は保持されている。

【0008】この電子式ブレーキ装置は種々の車両タイプおよびブレーキ装置タイプに適用可能であり、ここで所定の車輪対ユニットが対角配置または車軸配置の車輪に付属可能である。

【0009】有利な実施態様においては、ブレーキ装置を分散させることにより、静的または動的エラーが発生した場合においてもブレーキの機能性が高いレベルで保持され、ブレーキ装置の作動の確実性が保持され、エラー状態が点検目的のために記憶され、場合により報知される。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明による電子式ブレーキ装置が4つの実施態様により示され、これらの実施態様は、実質的に部分機能の異なる組合せにより、したがって異なるリセットレベル、およびリセットレベルに導く異なるエラーモードにより、異なっている。ここで、図1ないし図5に本発明の第1の実施態様の2つの変更態様が示されている。図6ないし図8に2つの変更態様を有する第2の実施態様が記載されている。図9は第3の実施態様を示し、図10ないし図12に本発明によるブレーキ装置の第4の実施態様が示されている。

【0011】図1は第1の実施態様の範囲内の電子式ブレーキ装置を全体回路図として示している。この実施態様は分散型構造を特徴とし、この分散型構造はペダルユニット10、車輪対ユニットA、車輪対ユニットBおよび処理ユニット18等のユニットから構成されている。好ましい実施態様においては、電気式のアクチュエータ20、22、24および26が適切なギヤ段を介して油圧中間段なしにディスクブレーキないしドラムブレーキの締付ストロークを与えている。図示のブレーキ装置は個々の車輪のブレーキ力またはブレーキトルクを制御する。その電気エネルギー供給は2つの独立な搭載電源E1およびE2により行われ、搭載電源E1およびE2は同じ電圧値（たとえば12V、24Vまたは48V）を供給することが好ましい。個々のユニット間のデータ交換は2つの独立した通信系統K1およびK2により行われる。好ましい実施態様においては、通信系統K1およびK2は直列バス系統（たとえばCAN）として形成されている。通信系統には異なる搭載電源から電気が供給され、K1にはE1から、またK2にはE2から供給される。この場合、通信系統K1はペダルユニット10、処理ユニット18および片方の車輪対ユニットAを結合し、一方通信系統K2は、ペダルユニット10、処理ユニット18および他方の車輪対ユニットBを相互に結合する。好ましい実施態様においては、処理ユニット18に搭載電源E1から電気が供給され、これにより通信系統K2は処理ユニット18からは電氣的に遮断されている。

【0012】通信系統K1およびK2のほかに、ペダルユニット10に入力ライン36、38および40を介して対応する測定装置からブレーキペダルの操作度を示す測定値b1、b2およびb3が供給される。この場合、これらの測定装置は、ストロークセンサ、力センサ、圧力センサである。好ましい実施態様においては、これらの測定装置のうち少なくとも2つは異なるタイプのものである。さらに、ペダルユニット10に出力ライン42が接続され、出力ライン42を介してペダルユニットが警報ランプ44および/または図示されていないエラーメモリと結合されかつエラー信号dを出力する。ペダルユニット10は、通信系統K1を介して前車軸の車輪用の部分ブレーキ力FV（ないし部分ブレーキトルク）および後車軸の車輪用部分ブレーキ力FH（ないし部分ブレーキトルク）を出力する。ペダルユニット10は、通信系統K1を介して車輪対ユニットAおよびBならびに処理ユニット18のエラー信号dA、dBおよびdVを受け取る。ペダルユニット10は通信系統K2を介して対応する信号を送り出しかつ受け取る。ペダルユニット10はエラー許容を有するように構成されているので、ペダルユニット10は両方の搭載電源E1およびE2に接続されている。

【0013】車輪対ユニットAは第1の搭載電源E1に接続されている。車輪対ユニットAには、入力ライン44、46、48および50を介して、付属車輪の車輪速度n1およびn2に関する測定値、ならびに車輪ブレーキ力ないしそれぞれの車輪ブレーキトルクの実値F1iおよびF2iに関する測定値が供給される。これらの実値は対応するセンサにより測定されるかまたは他の運転変数（たとえば操作信号値）に基づいて計算される。好ましい実施態様においては（図1の破線参照）、車輪対ユニットAはさらに、入力ライン52を介して処理ユニット18から電気供給を制御するための信号値SA1およびSA2を受け取る。車輪対ユニットAは、出力ライン54および56を介して電気式アクチュエータ20および22のための操作変数i1およびi2を出力する。これらの操作変数はアクチュエータにより調節すべきブレーキトルクまたは調節すべき個々のブレーキ力に対する尺度を示すパルス幅変調電圧信号である。車輪対ユニットAはさらに通信系統K1に接続されている。車輪対ユニットAは、通信系統K1を介して場合により供給された車輪速度n1およびn2に関する測定値およびエラー信号dAを送り出す。他の実施態様においては、車輪対ユニットAは、通信系統K1を介してさらに車輪ブレーキ力または車輪ブレーキトルクに対する実値F1iおよびF2iを伝送する。車輪対ユニットAは、通信系統K1を介して前車軸および後車軸に対するガイド値FVおよびFHを受け取り、ならびに処理ユニットから個々の車輪のブレーキ力または個々の車輪のブレーキトルクに対するガイド値F1およびF2を受け取

る。

【0014】車輪対ユニットBもまた同様に構成されている。車輪対ユニットBは通信系統K2に接続され、ペダルユニット10ないし処理ユニット18から後車軸および前車軸の部分ブレーキ力ないし部分ブレーキトルクに対するガイド値FVおよびFHならびに個々の車輪のブレーキ力または車輪ブレーキトルクに対するガイド値F3およびF4を受け取る。通信系統K2を介して、車輪対ユニットBは付属の車輪の車輪速度信号n3およびn4ならびにエラー信号dBを出力する。有利な実施態様においてはさらに、通信系統K2を介して、調節されたブレーキ力ないしブレーキトルクに対する実際値F3iおよびF4iが付属の車輪に供給される。車輪対ユニットBは第2の搭載電源E2に接続されている。入力ライン58、60、62および64を介して、車輪対ユニットBは測定装置から供給される車輪速度n3およびn4および付属車輪における調節されたブレーキ力ないしブレーキトルクに対する実際値F3iおよびF4iを受け取る。他の実施態様においては、入力ライン66を介して電気供給のための制御信号SB1およびSB2が処理ユニット18から供給される。出力ライン71および71aを介して、車輪対ユニットBは設定値i3およびi4を電気式アクチュエータ24および26に出力する。

【0015】処理ユニット18は搭載電源E1ならびに両方の通信系統K1およびK2に接続されている。両方の通信系統を介して、処理ユニット18にペダルユニット10から前車軸および後車軸に関するガイド値FVおよびFHが供給される。通信系統K1を介して、車輪対ユニットAからエラー信号dA、車輪速度n1およびn2ならびに好ましい実施態様においては実際値F1iおよびF2iが供給される。通信系統K2を介して、処理ユニット18に車輪対ユニットBから速度信号n3およびn4、エラー信号dBならびに好ましい実施態様においては実際値F3iおよびF4iが供給される。通信系統K1を介して、処理ユニット18は信号を送り出す。同様に処理ユニット18は、通信系統K2を介してペダルユニット10に車輪対ユニットAのエラー信号dAおよび処理ユニット18の固有のエラー信号dVを送り出し、車輪対ユニットBに個々の車輪の目標値F3およびF4を送り出す。さらに、処理ユニット18に、ライン68ないし70を介して測定装置72ないし74からかじ取角、横方向加速度、ヨー速度等のような走行運動制御を実行するために必要な運転変数が供給される。他の実施態様においては、処理ユニット18はさらに出力ライン52および66を有している。

【0016】図2ないし図5に、ペダルユニット10、処理ユニット18、車輪対ユニットが詳細に示されている。これらの図により、ブレーキ装置の機能方法を説明する。

【0017】図2はペダルユニット10の全体回路図を示す。ペダルユニット10は実質的に2つのマイクロコンピュータP1およびP2から構成され、マイクロコンピュータP1およびP2は通信系統100を介して相互に結合されている。この場合、両方のマイクロコンピュータには異なる搭載電源から電気が供給されるので(P1にはE1から、P2にはE2から)、通信系統100は一方のマイクロコンピュータ(図2においてはP2)からは電氣的に遮断されている。マイクロコンピュータP1は通信系統K1に接続され、出力ライン42を有している。さらに、マイクロコンピュータP1に入力ライン36、38および40が供給され、したがってドライバの希望を示す信号b1、b2およびb3が供給される。好ましい実施態様においては、ドライバのブレーキ希望を示す信号を測定するセンサS1、S2およびS3は異なる搭載電源に接続されている。したがって、たとえばS1は搭載電源E1に、S3は搭載電源E2に、S2は搭載電源E1および/またはE2に接続されている。マイクロコンピュータP2は通信系統K2ならびに搭載電源E2に接続されている。マイクロコンピュータP2にもまたすべてのドライバの希望信号b1、b2およびb3がライン102、104および106を介して供給される。通信系統K1およびK2を介して両方のマイクロコンピュータが図1に示すそれぞれの値を送り出しかつ受け取る。

【0018】ペダルユニット10はドライバのブレーキ希望を測定するために使用される。ブレーキペダル操作は独立のS1、S2およびS3により測定され、S1、S2およびS3は上記のように種々の形態でブレーキペダル角度ないしブレーキペダルに加えられる力を測定する。運転の確実性および装置の利用性を改善するために、センサには種々の電源から電気が供給される。ペダルユニット10それ自身は冗長なマイクロコンピュータ装置による構成によりエラーを許容するように構成され、この場合、2つのマイクロコンピュータは異なる搭載電源に接続されている。マイクロコンピュータはさらに必要な周辺装置グループ、メモリ装置グループおよびウォッチドッグ装置グループを含むが、これらは図を見やすくするために図2には示されていない。マイクロコンピュータにおいて、少なくとも3つの独立したプログラムProg1、Prog2およびProg3が組み込まれ、これらのプログラムは多数決原理により、たとえば3つのうちの2つの決定により、測定された測定変数から記憶されているペダル特性を介してドライバによりペダル操作を介して希望される全体ブレーキ力(ないし全体ブレーキトルク)に対する目標値FRESを計算する。このために、プログラムの各々から3つの測定値が並列に読み込まれ、これらの測定値からペダル特性曲線により希望する(個別)ブレーキ力(ないしブレーキトルク)が求められる。求められたブレーキ力は各プログ

ラムにおいて相互に比較され、これにより計算エラーが存在するか否かを特定する。このとき、正しい測定値から各プログラムにより、合計ブレーキ力がたとえば多数決原理または平均値形成により求められる。計算された全体ブレーキ力は通信系統100を介して他のプログラムに供給され、他のプログラムは3つのうちの2つの選択の範囲で正しい全体ブレーキ力を決定する。代替態様においては、合計ブレーキ力の代わりに希望の合計ブレーキトルクもまた計算される。このとき、合計ブレーキ力は、各マイクロコンピュータにおいて、車両の車軸への所定の適切なブレーキ力分配に従って、前車軸の車輪に対する希望のブレーキ力ないしブレーキトルクFVおよび後車軸の車輪に対する希望のブレーキ力ないしブレーキトルクFHに変換される。これらの値は、通信系統K1およびK2を介してブレーキ装置の他のユニットに出力される。この場合、マイクロコンピュータP1により、プログラムのいずれかから求められた値（最大値選択）または両方のプログラムから求められた値の平均値が出力される。

【0019】ペダルユニット10はエラー許容を有するように構成されている。マイクロコンピュータ、通信系統、センサ、搭載電源等が故障したとき、なお機能している部分からドライバのブレーキ希望が求められ、少なくともブレーキ装置の一部が利用可能である。

【0020】さらに、ペダルユニット10において接続ユニットの内部エラー状態およびエラー信号情報dA、dBおよびdVが求められ、記憶されかつ評価される。エラー状態が読み込まれたとき、安全に関連するエラーの場合は必ずエラー信号dによりドライバに対して信号が出力される。エラー信号情報dA、dBおよびdVからブレーキ装置の全体状態が解析され、安全機能が影響を受けている場合には、機能性が低下されたりリセットレベルへの移行が開始される。このために、場合によりペダルユニット10から通信系統K1およびK2を介して（図には示されていない）すべての接続ユニットにリセット情報が出力され、このリセット情報はこのユニットに機能が低減された他のソフトウェアモジュールへの移行を開始させる。

【0021】図3は処理ユニット18の構成を示す。処理ユニット18もまた通信バス200を介して相互に結合されている2つのマイクロコンピュータRV1およびRV2から構成されている。この場合、両方のマイクロコンピュータは搭載電源E1に接続されている。マイクロコンピュータRV1はブレーキ装置の通信系統K2からは電氣的に遮断され、マイクロコンピュータRV2は通信系統K1に接続されている。マイクロコンピュータRV1およびRV2は入力ライン68-70ないし202-204を介して車両の走行運動に相当する測定変数から測定信号を読み込む。このような測定変数は、たとえばかじ取角、回転速度、横方向加速度、車軸荷重等である。

ある。マイクロコンピュータは通信系統K1およびK2を介して図1に示した値を受け取りかつ送り出す。この場合、車輪対ユニットA、Bのエラー信号dAおよびdBは、値を受け取ったコンピュータから通信系統200を介して値を出力するマイクロコンピュータに供給される。このためにまず、両方のマイクロコンピュータに車輪対ユニットにおけるエラー状態に関して情報が伝送されなければならない。代替態様においては、括弧内に与えられたブレーキ力ないしブレーキトルクに対する実際値F1i、F2i、F3iおよびF4iが補足的に処理ユニット18から読み込まれる。この実施態様においては、マイクロコンピュータRV1ないしRV2は出力ライン206および208ないし210および212を利用することができ、エラーの場合、マイクロコンピュータRV1ないしRV2はこれらの出力ラインを介して車輪対ユニットAおよびBに信号を供給することができる。

【0022】処理ユニット18において、ブレーキ装置の上位機能、とくに個々の車輪のガイド値が計算される。既知のように、この計算においては、アンチロック制御装置および/または駆動滑り制御装置の範囲における車輪の固有の回転速度特性が使用され、さらに横滑り状態を回避するために車両運動制御装置におけるかじ取角、横方向加速度および回転速度のようなその他の変数が考慮される。部分ブレーキ作動範囲においては、車輪に固有のガイド値FVおよびFHを変換するとき、車輪固有のガイド値F1、F2、F3およびF4を形成するときに均等なブレーキライニング摩耗を目的として個々の車輪のブレーキライニング摩耗が考慮される。さらに、処理ユニット18によりいわゆるヒルホルダ機能が形成される。同様に、前車軸および後車軸への最適ブレーキ力分配を達成するために、車両の荷重状態が考慮される。さらに、ブレーキチャネル（車輪対ユニットまたはその一部）が故障したときにおいても、処理ユニット18は手段を提供する。対応エラー信号dAまたはdBが存在するとき、少なくとも1つのコンピュータが個々のブレーキ力に対するガイド値を修正し、これにより車輪ブレーキの故障が考慮される。たとえばこの場合、同じ車軸の他の車輪ブレーキに対するガイド値は安定性の理由から0に低減される。

【0023】この機能を実行するために必要な計算は車輪対ユニットのエラーの場合においても相互に独立した両方のマイクロコンピュータ内で実行され、結果は通信系統を介して相互に比較される。結果が一致しなかったとき、処理ユニットは遮断される。このとき、マイクロコンピュータRV1から通信系統K2を介してエラー信号dVが出力される。したがって、処理ユニットがエラーの場合、上位機能はもはや実行されない。しかしながら、ペダルユニットは車輪対ユニットに車軸に固有のガイド値を直接供給するので、ブレーキ作動は確実に確保

される。代替態様において供給される実際値は以下に説明するように処理ユニット18における車輪対ユニットの解析的冗長性を形成するために使用される。

【0024】好ましい実施態様に対する車輪対ユニットの構成が図4に示されている。車輪対ユニットの構成図は例として車輪対ユニットAについて示されている。車輪対ユニットBも同様に構成され、この場合、車輪対ユニットAと協働する変数の代わりに図1から既知の車輪対ユニットBに関係する変数がそれに対応して使用されている。

【0025】車輪対ユニットAは通信系統K1に接続されている。通信系統K1を介して車輪対ユニットAは図1に記載の変数を受け取りかつ送り出す。車輪対ユニットAは実質的に2つのマイクロコンピュータRA1およびRA2を含み、2つのマイクロコンピュータRA1およびRA2は、搭載電源E1に接続されかつ通信系統300を介してデータを交換する。付属の車輪から両方のマイクロコンピュータには相互に並列に入力ライン44、46、48および50を介して、車輪速度 $n1$ および $n2$ に関する測定信号、およびブレーキ力ないしブレーキトルクに対する実際値 $F1i$ および $F2i$ が供給される。マイクロコンピュータRA1から出力電子回路LE1(304)にライン302が通じ、ライン302を介して設定値 $i1s$ が伝送される。出力電子回路の出力ラインは出力ライン54であり、出力ライン54は車輪ブレーキを操作するための第1のアクチュエータ20に通じている。ライン54からマイクロコンピュータRA1にライン306が戻されてもよい。同様に、マイクロコンピュータRA2は出力ライン308を有し、出力ライン308を介して設定値 $i2s$ が第2の出力電子回路LE2(310)に供給されている。この出力電子回路の出力側にライン56があり、ライン56は第2のアクチュエータ22に通じている。同様に、ライン56からマイクロコンピュータRA2にライン312が戻されてもよい。出力電子回路304および310には、搭載電源E1から供給ライン314および316を介して電流が供給される。これらの供給ライン内にスイッチ要素318および320が挿入され、スイッチ要素318および320は、マイクロコンピュータRA1およびRA2から対応するライン322および324を介して信号SA1およびSA2により操作される。

【0026】車輪対ユニット内で個々の車輪のブレーキ力ないしブレーキトルクの制御が行われる。このために、通信系統を介してガイド値が供給される。処理ユニット18が正常運転にある場合、車輪対ユニットに個々の車輪のガイド値 $F1$ ないし $F4$ が供給される。処理ユニット18が故障したとき、ペダルユニット10から代替すなわち個々の車軸のガイド値 FV および FH が利用可能である。それぞれの車輪に付属されている車輪対ユニットのマイクロコンピュータは、各車輪ブレーキに

おけるブレーキ力ないしブレーキトルクに対する測定された実際値および対応するガイド値に基づき電気式アクチュエータの出力電子回路に対する電流ないし電圧設定値を形成する。設定値の計算は対応する制御回路の範囲内で行われることが好ましい。他の実施態様においては、電流ないし電圧設定値の実際値、すなわちライン306および312を介して戻されかつアクチュエータ内を流れる電流値が考慮されてもよい。この場合、ブレーキ力ないしブレーキトルク制御回路に電流制御回路が重ねられていてもよい。電流値のほかに実際値として、代替的にまたは補足的に、制御特性を改善するためにないし操作をモニタリングするために、電気式アクチュエータの回転角またはストロークが測定されかつマイクロコンピュータがそれを利用可能なようにしてもよい。

【0027】車輪対ユニットAおよびBには異なる電源から電気が供給される。さらに、車輪対ユニットAおよびBは異なる通信系統を介して処理ユニット18およびペダルユニット10と結合されている。車輪対ユニットに付属の車輪は車両タイプに応じてそれぞれ車軸配置または車両対角配置に付属されてもよい。エラー検出のために両方のマイクロコンピュータは、通信系統300を介して設定値の計算結果を交換する。両方のマイクロコンピュータはこれらの結果を比較し、計算結果が所定の公差範囲内で一致したとき出力電子回路を操作する。操作信号の一例として、パルス幅変調電圧信号が使用される。アクチュエータを操作するための出力電子回路内にエラーが発生した場合、これは設定値および制御値の比較により検出される。車輪ブレーキ信号内に設定値と制御値との間に許容できない関係が存在した場合、対応するマイクロコンピュータは、制御信号SA1およびSA2ないしSB1およびSB2により、スイッチ318および320を介して出力電子回路を遮断する。エラーの場合、エラー情報dAないしdBが処理ユニット18ないしペダルユニット10に出力され、エラー情報dAないしdBはエラーのタイプに関する情報ないし遮断手段の尺度を含むことが好ましく、これによりこれが目標値の決定のときに処理ユニット10により考慮されてもよい。

【0028】車輪対ユニットの有利な第2の実施態様が図5に示されている。この場合、図4に示した実施態様との相違は、各ユニットが1チャンネルで形成されていること、すなわち各アクチュエータの設定値が付属のマイクロコンピュータにより計算されることである。図4に示した実施態様とは異なり、計算結果の相互間の伝送ならびに両方のマイクロコンピュータにおける設定値の並列計算およびそれに続くエラー検出のための比較が行われない。したがって、各車輪の回転速度値および変数の実際値は付属のマイクロコンピュータにのみ供給される。運転の安全性およびこれらの装置の利用可能性を確保するために、エラー検査は各マイクロコンピュータそ

れ自身により行われ、追加として処理ユニット18により実行される。マイクロコンピュータそれ自身は設定値および制御値(ブレーキ力、ブレーキトルク、電流等)の間の妥当性比較に基づきエラーのモニタリングを実行する。出力電子回路内または結合系統内でマイクロコンピュータがエラー状態にあることが特定された場合、マイクロコンピュータは対応するエラー情報を処理ユニット18に伝送する。この実施態様において、処理ユニット18はブレーキ力ないしブレーキトルクに対する測定された実測値を利用することが可能であるので、許容できない設定値ないし制御値を導くマイクロコンピュータ内のエラー特性は処理ユニット内で車輪対ユニットの機能の解析的冗長性により検出される。これは、たとえば個々の車輪のガイド値および制御値(ブレーキ力、ブレーキトルク)の妥当性比較により、制御系の動的モデル、他方の車輪の回転速度および上位機能の実際の運転状態(たとえばABS/ASR運転における車輪)を考慮して行われる。エラーの場合、処理ユニットからの対応する制御信号(SA1ないしSA2)の操作により、スイッチ318または320を介して対応する出力電子回路に対する電流供給が遮断される。

【0029】他の有利な実施態様は、マイクロコンピュータRA1およびRA2の機能を1つの計算ユニットに統合することにより得られ、この計算ユニットは車両タイプの関数として車両対角配置ないし車両車軸配置に対する機能を実行する。

【0030】要約すると、図1ないし図5に示した実施態様は、エラー許容を有するペダルユニット10のほかに上位のブレーキ機能の処理を行う処理ユニット18を示している。エラーの場合、この処理ユニットは遮断される(フェールストップ特性)。第2の実施態様においては、この処理ユニットは車輪対ユニットの機能ないし車輪対ユニットの各マイクロコンピュータをモニタリングするための解析的冗長性を有している。エラーの場合、この実施態様においては、出力電子回路に対し別の遮断経路が作用し、これにより車輪対ユニットは1チャネル方式に形成可能である。第1の実施態様においては、車輪対ユニットはエラーの場合に遮断される独立した装置構成部品である。車輪対ユニットは、(設定値および電気供給を介して)アクチュエータ制御のそれぞれ相互に独立した2つの遮断経路を利用することができる。

【0031】電子式ブレーキ装置の第2の実施態様が図6ないし図8に示されている。この実施態様においては、図1に示した実施態様とは異なり処理ユニットが使用されてなく、通信系統K2のみが存在している。図1ないし図5の実施態様において説明した処理ユニットの機能はペダルユニット10内に形成されている。ペダルユニット10と両方の車輪対ユニットAおよびBとの間の連絡は、エラーのない状態においてはもっぱら通信系

統K2を介して行われる。通信系統が故障した場合、または車輪対ユニットのマイクロコンピュータシステム内にエラーがある場合、代替値i1r、i2r、i3rおよび/またはi4rを介して、故障したユニットの出力電子回路へのペダルユニット10からの直接係合により制御運転が確保される。

【0032】図6に示すように、ペダルユニット10には、図1から既知の値(たとえばb1、b2およびb3)のほかに走行運動に関する運転変数を測定するための測定装置からライン400ないし402が供給される。さらにペダルユニット10には、通信系統K2を介して、車輪対ユニットのエラー値dAおよびdB、車輪の回転速度n1ないしn4ならびに代替態様においてはブレーキ力ないしブレーキトルクの実際値F1iないしF4i(図6における締付力を参照)が供給される。エラーの場合、通信系統K2とは独立のライン404、406、408および410を介して、ペダルユニット10は車輪対ユニットAおよびBにエラーの場合にアクチュエータを制御するための代替値(i1r、i2r、i3rないしi4r)を伝送する。代替態様においてはさらに、同様に通信系統K2とは独立のライン412、414、416および418が設けられ、ライン412、414、416および418を介して、ペダルユニット10は車輪対ユニットに、車輪対ユニットの出力電子回路の電気供給を制御するための制御信号SA1、SA2、SB1およびSB2を伝送してもよい。車輪対ユニットそれ自身は実質的に図1に示した第1の実施態様の車輪対ユニットに対応している。車輪対ユニットは通信系統K2と結合され、車輪対ユニットの一方が電気的に遮断されていることが好ましい。車輪対ユニットはペダルユニット10から個々の車軸ならびに個々の車輪のガイド値(FH、FV、F1ないしF4)を受け取り、通信系統K2を介してペダルユニット10に、車輪速度n1ないしn4、エラー信号dAおよびdBならびに代替態様においてはブレーキ力ないしブレーキトルクの実際値F1iないしF4iを伝送する。車輪対ユニットは異なる搭載電源に接続され、図1に示した実施態様と同様に付属車輪の車輪速度ならびにブレーキ力の実際値を測定する。さらに、車輪対ユニットにペダルユニット10から代替制御値が供給され、ならびに代替態様においては電気供給に対する制御信号が供給される。既に図1から既知のラインを介して、車輪対ユニットは付属車輪ブレーキのアクチュエータを操作する。

【0033】図2に示した実施態様を修正したペダルユニット10の構成が図7に示されている。図2に示した実施態様とは異なり、両方のマイクロコンピュータP1およびP2にそれぞれ追加として、図1に示した処理ユニットにおいて実行される上位機能を実行するために必要な測定値が供給される。既に処理ユニットについて説明したこの上位機能はペダルユニットの両方のマイクロ

コンピュータ内で冗長的に計算される。これらの結果はマイクロコンピュータから出力され、エラーを特定するために比較される。これらの結果ないしその部分結果が一致しなかったとき、車軸に関するガイド値FVないしFHが処理のために車輪対ユニットに供給される。逆にこれらの結果が一致したとき、個々の車輪のガイド値F1ないしF4が、通信系統K2を介して車輪対ユニットAおよびBに供給されて利用される。通信系統K2は一方のマイクロコンピュータ（たとえばP2）のみと結合されている。これは、この通信系統が故障した場合、ペダルユニット10が他方のマイクロコンピュータにより冗長な通信ラインを介してブレーキ制御を確保することができるという利点を有している。通信系統K2が故障した場合、両方のマイクロコンピュータにより代替値i1rないしi4rが計算され、これらの代替値はエラーの場合にブレーキ力ないしブレーキトルクの制御のための代替ガイド値として使用される。これらの代替値は通信系統とは独立にマイクロコンピュータからそれぞれの車輪対ユニットに供給される。これらの代替値はドライバのブレーキ希望に基づいて形成され、前車軸ないし後車軸に対する部分ブレーキ力と直接関係している。好ましい実施態様においては、これらの信号は車輪モジュールの出力電子回路に対する設定値を示し、パルス幅変調電圧信号として形成されている。車輪対ユニットの両方のアクチュエータが1つの車両車軸に付属されている場合、車輪対ユニットに対する代替値は同一であり、1つの信号ライン内でまとめて伝送することが可能である。車輪対ユニットのマイクロコンピュータ内にエラーが存在したとき、または車輪対ユニットが故障したとき、代替値はエラー機能により影響を受けるアクチュエータの出力電子回路に対する代替設定値である。したがって、通信系統ないし車輪対ユニットのエラーの場合、非常制御の範囲内でペダルユニット10によるブレーキ装置の作動可能性が確保される。前記のように、ペダルユニット10内で実行される機能は、マイクロコンピュータP1およびP2の独立したプログラムProg1ないしProg3において並列に計算され、これらの結果がエラー検出のためにおよび正確な結果の選択のために両方のマイクロコンピュータ内で相互に比較される。

【0034】代替態様の範囲内において、車輪対ユニットの設定値の計算の正確性を検査するための解析的冗長性が図1に示した対応する実施態様と同様に形成され、図1に示した実施態様においては解析的冗長性は処理ユニット18内で形成されている。このために、ペダルユニット10にK2を介して、実測値F1iないしF4iが車輪対ユニットAおよびBから供給される。エラーの場合、電気供給のためのスイッチ信号がペダルユニット10から発生され、ライン412ないし418を介して該当する車輪対ユニットに伝送される。

【0035】この実施態様における車輪対ユニットの構

成が図8に示されている。この場合、車輪対ユニットAおよびBはほぼ同一に形成されている。車輪対ユニットBには他の搭載電源から電気が供給されかつ同様に通信系統にもこの搭載電源から電気が供給されるので、図8に示した車輪対ユニットAは通信系統K2から電氣的に遮断されている。この場合、車輪対ユニットの構成はほぼ図4に示した車輪対ユニットに対応している。この場合、ライン302ないし308内にスイッチ要素500ないし502が挿入されていることが新規である。このスイッチ要素は、ライン504ないし506を介して付属マイクロコンピュータから与えられる操作によりマイクロコンピュータと出力電子回路との結合をそれぞれ遮断しかつ出力電子回路をライン404ないし406と結合する。さらに、ライン404ないし406上の代替制御変数はライン508ないし510を介してマイクロコンピュータにより読み込まれる。したがって、車輪対ユニットは冗長なマイクロコンピュータならびに通信系統と周辺入力装置グループ（車輪回転速度、実際値）との冗長な結合を含む。この場合もまた、計算された設定値の正確性は、図4に示した実施態様と同様に両方の計算装置における結果の比較により確保される。制御機能の結果が一致しない場合、すなわちウォッチドッグユニットのトリガ信号が欠けている場合、該当するマイクロコンピュータに付属の制御信号（rA1ないしrB2）により該当するユニットの代替値への切換えが行われる。エラーのない運転においては、すべての代替値はマイクロコンピュータにより定期的に求められる。このとき、その正確性は、ガイド値FVないしFHとの比例関係があるために、比較演算により検査される。出力電子回路のエラーによりアクチュエータが操作された場合、これは上記のように設定値と制御値との間の関係の妥当性検査により検出される。許容できない関係がある場合、該当する出力電子回路の電気供給は制御信号SA1ないしSB2のいずれかにより遮断される。好ましい実施態様においては、これは車輪対ユニットのマイクロコンピュータそれ自身により行われる。

【0036】図示されていない代替態様においては、通信系統および入力装置グループは、図5に示すように1チャンネルでマイクロコンピュータに接続されているか、または両方のマイクロコンピュータへ適切に分配されて接続されている。このとき、マイクロコンピュータ間の信号交換は、コンピュータインタフェースを介して行われる。この場合、電気供給切換信号はペダルユニットから出力され、ペダルユニットには解析的冗長性を形成するために実際値が伝送される。

【0037】要約すると、図6ないし図8により説明した実施態様においては、上位ブレーキ機能がペダルユニット10内で行われ、ほぼ同じような車輪対ユニットの形成が可能であるということが出来る。コンピュータ装置および周辺装置グループはこの中に冗長に形成されて

いる。エラーの場合でも代替値により制御運転が可能である。代替態様においては、両方の車輪対ユニットが1チャンネル方式で形成されかつ追加として解析的冗長性がペダルユニット内に形成されている。この場合もまた、エラーの場合に代替値により制御運転が可能である。代替値が前車軸のアクチュエータのみに作用する低減された設計は有利である。同様に、1つの車輪対ユニットの両方のマイクロコンピュータの機能を1つのコンピュータ装置に統合してもよい。

【0038】本発明によるブレーキ装置の第3の実施態様が図9に示され、図9は全体装置の構成を示している。図6に示した実施態様との本質的な相違は、追加の通信系統K1がペダルユニット10から車輪対ユニットAに通じ、一方、通信系統K2はペダルユニットと車輪対ユニットBとの間の結合のみを形成していることである。これにより、ペダルユニット10のマイクロコンピュータP1が追加として通信系統K1に接続され、車輪対ユニットにおいては電源E1により電気が供給される通信系統K1の導入により、車輪対ユニットの一方における電気遮断を行う必要がないという変化が与えられる。機能方法は前記の実施態様から与えられる。

【0039】この場合もまた、上位のブレーキ機能はペダルユニット内で実行される。さらに通信系統が対称に形成されているので、車輪対ユニットを同じように形成することが可能である。コンピュータ装置および周辺装置グループは両方の車輪対ユニットにおいて冗長に形成されている。エラーの場合、図6に示した第2の実施態様と同様に、代替値によりさらに制御運転が可能である。車輪対ユニットの1チャンネル方式が選択された場合、ペダルユニット10内に解析的冗長性を形成することが可能である。この場合もまた、車輪対ユニットに関するブレーキ装置は対称的に形成されている。このとき、各車輪対ユニットは2つの独立したコンピュータを有し、これらのコンピュータはそれぞれ完全に別々にアクチュエータを操作する。

【0040】第4の実施態様が図10ないし図12に示されている。この場合、図1に示したブレーキ装置の構成に対する本質的な相違として、処理ユニット18の機能が車輪対ユニットA内に組み込まれている。

【0041】ペダルユニット10は、電源からの入力およびドライバの希望の測定のための入力のほかに通信系統K2との接続を有し、通信系統K2を介してペダルユニット10は車輪対ユニットのエラー信号dAおよびdBを受け取り、ドライバの希望の関数として形成された車両車軸に関するガイド値FVおよびFHを出力する。さらに、ペダルユニット10は補足態様として出力ライン600および602を有し、出力ライン600および602を介して代替値i1rおよびi2rが処理ユニットの機能を実行する車輪対ユニットAに伝送される。第2の補足態様においては、ペダルユニット10が出力ラ

イン604および606を有し、出力ライン604および606を介して代替制御値i3rおよびi4rが車輪対ユニットBに伝送される。通信系統K2とは異なり、車輪対ユニットAは搭載電源E1に接続されているので、車輪対ユニットAは通信系統K2とは電氣的に遮断されて結合されている。車輪対ユニットAは、車軸に固有のガイド値をペダルユニット10から受け取り、ならびに速度信号n3およびn4および代替態様により実際値F3iおよびF4iを車輪対ユニットBから受け取る。車輪対ユニットAは、通信系統K2を介して車輪対ユニットAのエラー信号dAならびに車輪対ユニットBのための個々の車輪のガイド値F3およびF4を送り出す。さらに、車輪対ユニットAは上位機能のために必要な値ならびに付属車輪の測定値を読み込む。車輪対ユニットAは上記のように付属車輪ブレーキのアクチュエータを操作する。車輪対ユニットBは搭載電源E2に接続されている。車輪対ユニットBは、通信系統K2を介して車軸に固有のガイド値および個々の車輪のガイド値(FV、FH、F3、F4)を受け取り、通信系統K2を介して車輪対ユニットBのエラー信号dB、付属車輪の速度信号n3およびn4、場合により設定されたブレーキ力ないしブレーキトルクに関する実際値F3iおよびF4iを送り出す。代替態様においては、補足としてライン608および610が車輪対ユニットAを車輪対ユニットBに結合している。これらのラインを介して車輪対ユニットAは、場合により車輪対ユニットBの電気供給を遮断するための制御信号SB1およびSB2を送り出す。さらに、車輪対ユニットBは付属の車輪および車輪ブレーキの関連値を測定し、前記のように付属車輪ブレーキのアクチュエータを操作する。

【0042】図11にペダルユニット10が示されている。このペダルユニットは、マイクロコンピュータP1に通信系統が接続されてなく、代替値を伝送するために単心ないし2心結合600および602が接続されていることにより図2に示したペダルユニットとは異なっている。補足態様においては、マイクロコンピュータP2にライン604および606が接続され、ライン604および606は代替値を車輪対ユニットBに伝送する。図2に示したガイド値FVおよびFHを計算するための機能のほかに、ブレーキ希望の関数としてエラーの場合に作動する代替値i1rおよびi2rが計算される。通信系統が故障したとき、これらの信号がブレーキ力およびブレーキトルク制御のための代替ガイド値として使用される。車輪対ユニットAのマイクロコンピュータ内にエラーが存在するとき、i1rおよびi2rがエラー機能により影響を受けるアクチュエータの出力電子回路に対する代替制御値となる。信号i1rおよびi2rは図7により説明した方法により形成される。補足態様として、ペダルユニット10は車輪対ユニットに対する対応の代替値i3rおよびi4rもまた形成し、故障の場合

にこれらの代替値 $i3r$ および $i4r$ が車輪対ユニット B に供給される。これらの代替値は同様な方法で形成される。図11に示した実施態様においてもまた、目標値ないし代替値の決定のためにならびにエラー検出のために、図2により説明したようにマイクロコンピュータの独立したプログラムが使用される。

【0043】図12は処理ユニットの機能がその中に統合された車輪対ユニット A の構成を示す。マイクロコンピュータ RA1 および RA2 は搭載電源 E1 と結合され、これにより搭載電源 E2 から電気が供給される通信系統 K2 に対し電気遮断が必要である。さらに、マイクロコンピュータは付属の車輪ないしブレーキの測定値ならびにその他の測定変数（ライン68ないし70を介して）冗長に読み込む。出力側においては、車輪対ユニット A の形状は図8に対応している。

【0044】車輪対ユニットは追加として処理ユニットの機能を行う。車輪対ユニットには電源 E1 から電気が供給され、冗長なマイクロコンピュータにより形成されている。個々の車輪の回転速度 $n1$ および $n2$ 、ブレーキ力ないしブレーキトルクならびに上位機能を実行するために必要な測定値が同様に冗長に供給される。簡単な実施態様においては、通信系統 K2 のみでなく測定値もまた図5に示した実施態様と同様に1チャンネルのみで測定される。上位機能に対する計算のみでなくブレーキ力ないしブレーキトルク制御に対する計算もまた両方のマイクロコンピュータ内で実行される。これらの結果は通信チャンネルを介して交換され、結果が一致しなかった場合にエラー情報が出力される。制御機能の結果が一致しなかったときならびにウォッチドッグユニットのトリガ信号が存在しなかったとき、信号 $rA1$ ないし $rA2$ により該当するユニットの代替値 $i1r$ ないし $i2r$ に切り換えられる。エラーのない運転においては、両方の代替値はマイクロコンピュータ RA1 ないし RA2 により定期的に求められる。代替値は車輪固有のガイド値と比例関係にあるので、その正確性はこのガイド値との比較により検査される。出力電子回路内にエラーが存在するとアクチュエータを意に反して操作させることになるので、この出力電子回路内のエラーは設定値と制御値との間の妥当性検査により検出可能である。この場合、出力電子回路の電気供給は対応するマイクロコンピュータからの制御信号 SA1 ないし SA2 により遮断される。このためにさらに、車輪対ユニット A が1チャンネルで形成されている場合（図5参照）、車輪対ユニット A は車輪対ユニット B の機能のために解析的冗長性を形成する。このためにさらに、ブレーキ力ないしブレーキトルクの実際測定値が処理される。結果が一致しないとき、車輪対ユニット B 内での電気供給の遮断がマイクロコンピュータ RA2 からの信号 SB1 ないし SB2 により行われる。

【0045】車輪対ユニット B は図4に対応する2チャ

ネル方式で形成されている。1チャンネル方式においては、車輪対ユニット B の構成は図5に対応している。

【0046】さらに、車輪対ユニット B にペダルユニット10から同様に代替制御値が供給される実施態様は有利である。同様に、エラーの場合、車輪対ユニット A から形成された制御信号 SB1 ないし SB2 により出力電子回路の電気供給は遮断されず、代替値制御に切り換えられる。このとき、車輪対ユニットは出力側に図8に示した形態を有している。

【0047】図示の実施態様においては、上位のブレーキ機能は車輪対ユニット A に統合され、エラーの場合に上位のブレーキ機能は遮断される。ペダルユニット10から他の装置構成要素への情報の流れは正常運転においては通信系統を介して行われる。両方の車輪対ユニットはアクチュエータの操作のためにそれぞれ2つの独立した遮断ライン（電気供給および代替値）を利用可能である。通信系統が故障したとき、さらに代替値を使用することにより車輪対ユニット A において制御運転が可能である。車輪対ユニット A 内にエラー特性が存在するとき、同じ代替値により制御ブレーキ作動を確保することが可能である。車輪対ユニット B は冗長な構成により対応するエラー特性を有している。車輪対ユニット B が1チャンネルで形成されているとき、エラー特性は車輪対ユニット A 内の解析的冗長性により確保される。さらに、この実施態様は拡張することが可能であり、これによりエラーの場合、車輪対ユニット B に関してもまた代替値により制御ブレーキ作動が可能である。

【0048】電動式ブレーキにおいて本発明による電子式ブレーキ装置を使用するほかに、電氣的に制御される油圧式または空圧式ブレーキ装置においてもまたこのブレーキ装置を使用することが可能である。

【0049】有利な実施態様においては、上記のユニットは個々の制御モジュールとして形成され、これらの制御モジュールは対応する構成要素（車輪ブレーキ、ブレーキペダル等）の付近に配置されている。他の実施態様においては、ユニットは任意の組合せで1つまたは複数の制御モジュール内に統合することもまた可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1の実施態様の範囲内の電子式ブレーキ装置の全体回路図である。

【図2】ペダルユニットの全体回路図である。

【図3】処理ユニットの構成図である。

【図4】車輪対ユニットの構成図である。

【図5】車輪対ユニットの第2の実施態様の構成図である。

【図6】本発明による電子式ブレーキ装置の第2の実施態様の全体回路図である。

【図7】図2に示すペダルユニットの修正対応図である。

【図8】本発明によるブレーキ装置の第2の実施態様に

における車輪対ユニットの構成図である。

【図9】本発明によるブレーキ装置の第3の実施態様の全体回路図である。

【図10】本発明によるブレーキ装置の第4の実施態様の全体回路図である。

【図11】本発明によるブレーキ装置の第4の実施態様におけるペダルユニットの構成図である。

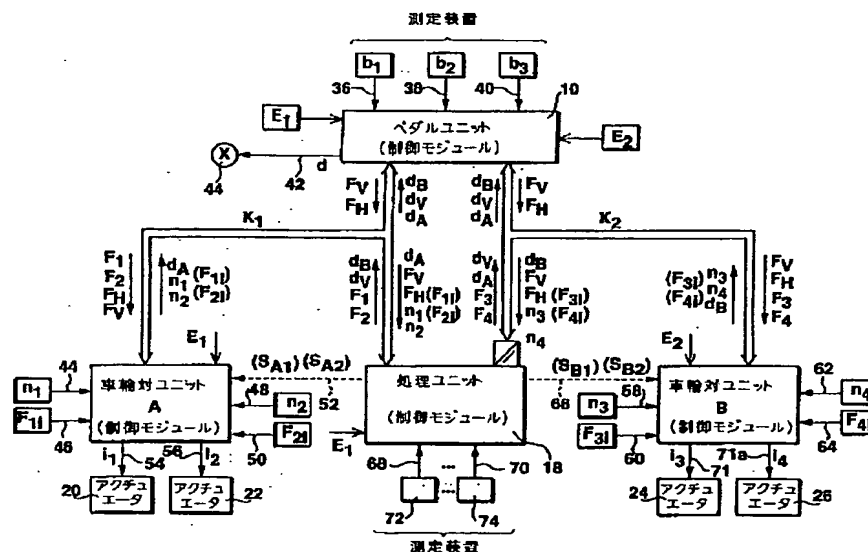
【図12】本発明によるブレーキ装置の第4の実施態様における車輪対ユニットの構成図である。

【符号の説明】

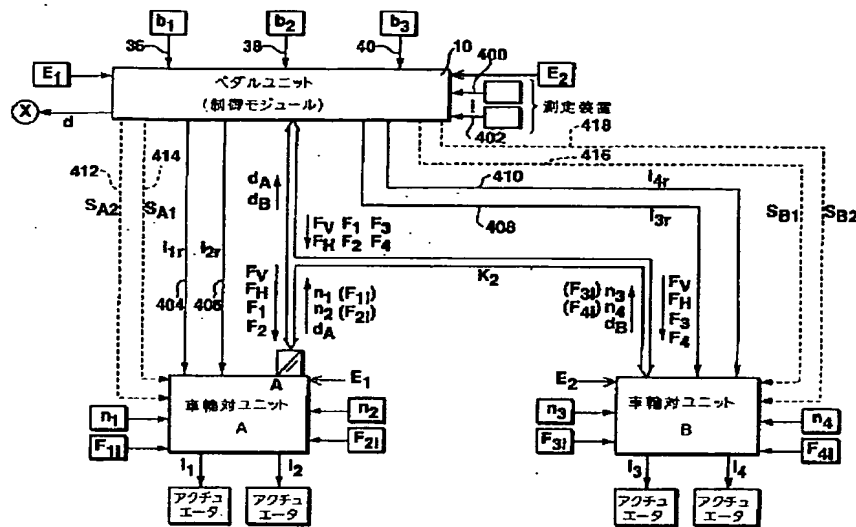
10 ペダルユニット（制御モジュール）
 18 処理ユニット（制御モジュール）
 20、22、24、26 電気式アクチュエータ
 36、38、40、42、44、46、48、50、52、54、56、58、60、62、64、66、68、70、71、71a、102、104、106、202、204、206、208、210、212、302、306、308、312、314、316、322、324、400、402、404、406、408、410、412、414、418、504、506、508、510、600、602、604、606、608、610 ライン
 44 警報ランプ
 72、74 測定装置
 100、200、300 通信系統
 304、310 出力電子回路
 318、320、500、502 スイッチ要素

A、B 車輪対ユニット（制御モジュール）
 b1、b2、b3 測定装置（ブレーキペダル操作度）の測定値
 d、dA、dB、dV エラー信号
 E1、E2 搭載電源
 FH、FV 車軸のブレーキ力（ブレーキトルク）に対するガイド値
 FRES 全体ブレーキ力（全体ブレーキトルク）に対する目標値
 F1、F2、F3、F4 車輪のブレーキ力（ブレーキトルク）に対するガイド値
 F1i、F2i、F3i、F4i 車輪のブレーキ力（ブレーキトルク）の実際値
 i1、i2、i3、i4 アクチュエータの操作変数
 i1r、i2r、i3r、i4r アクチュエータ操作のための代替値
 i1s、i2s 出力電子回路の設定値
 K1、K2 通信系統
 LE1、LE2 出力電子回路
 n1、n2、n3、n4 車輪速度
 P1、P2、RA1、RA2、RV1、RV2 マイクロコンピュータ
 Prog1、Prog2、Prog3 プログラム
 rA1、rA2 代替値への切換信号
 SA1、SA2 電気供給制御信号
 S1、S2、S3 センサ（ブレーキペダル操作度）

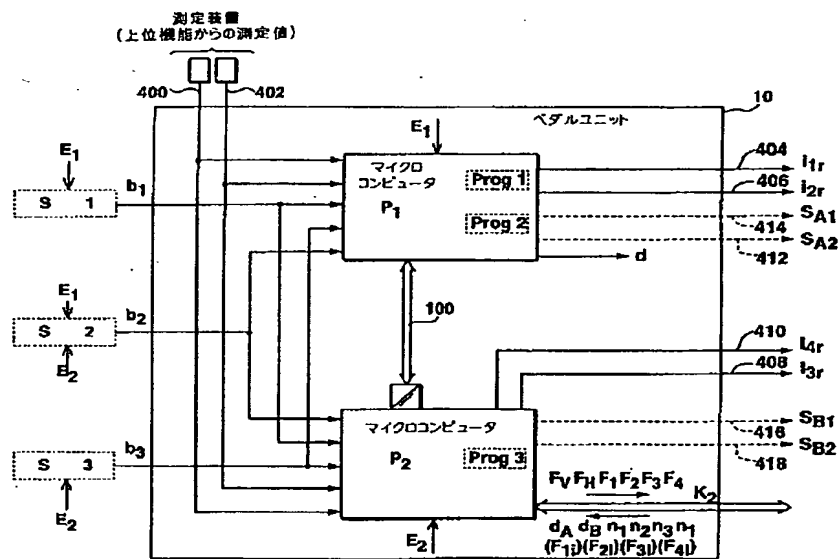
【図1】



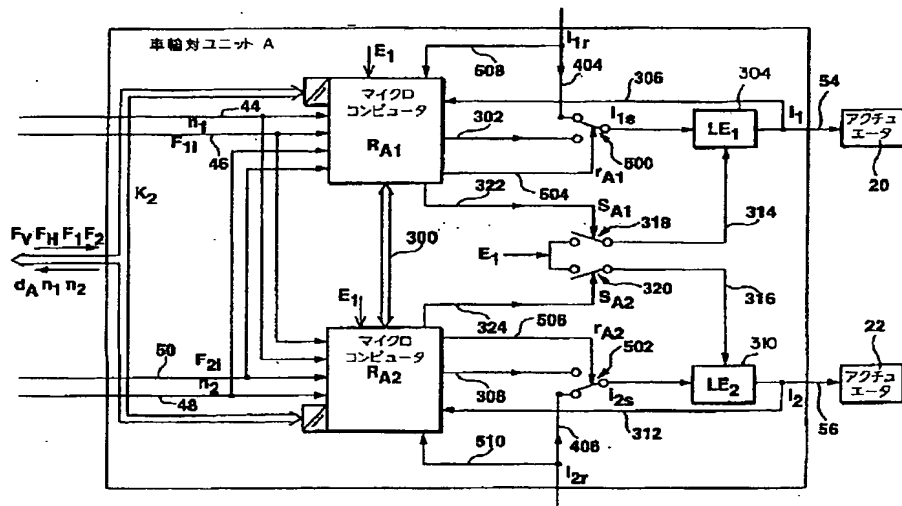
【図6】



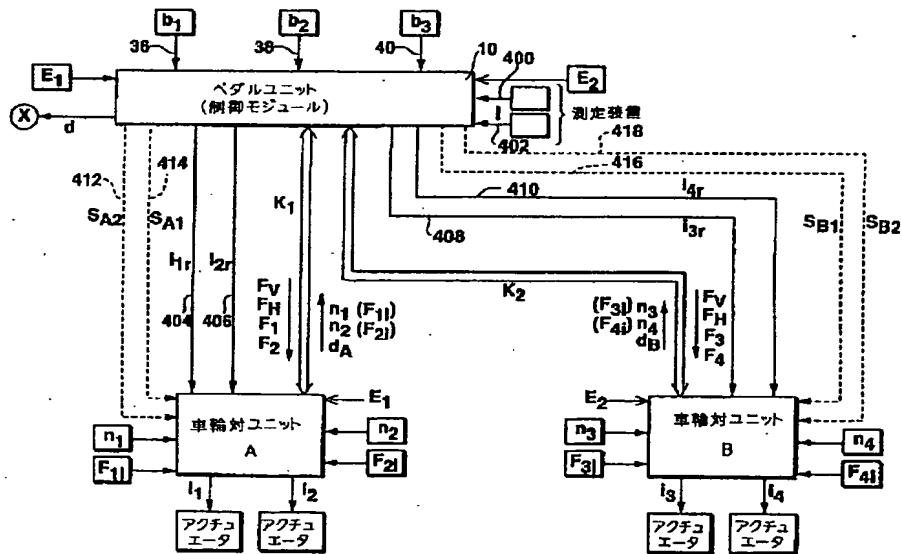
【図7】



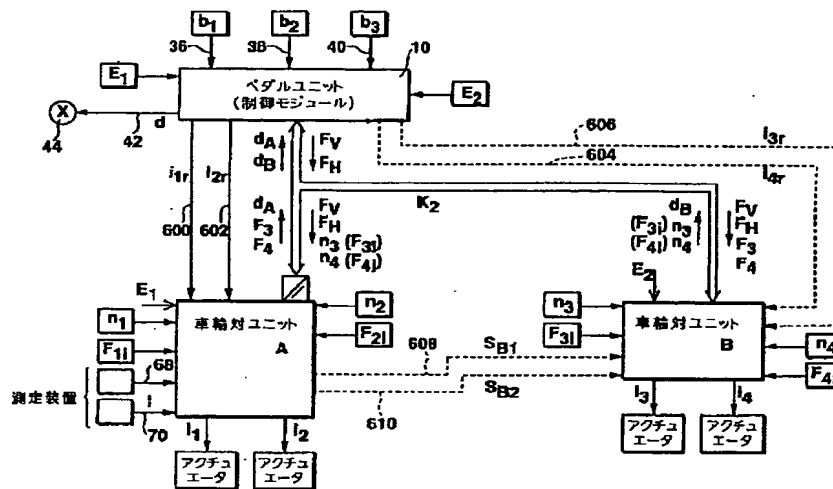
【図8】



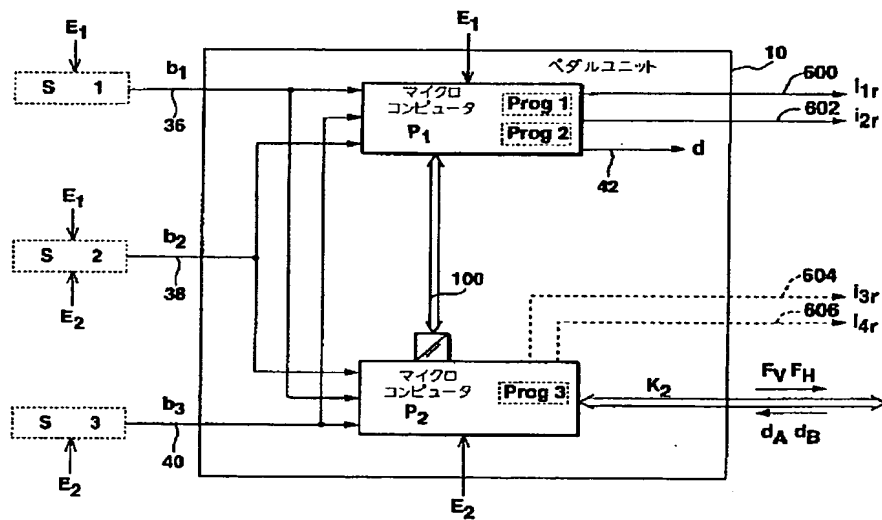
【図9】



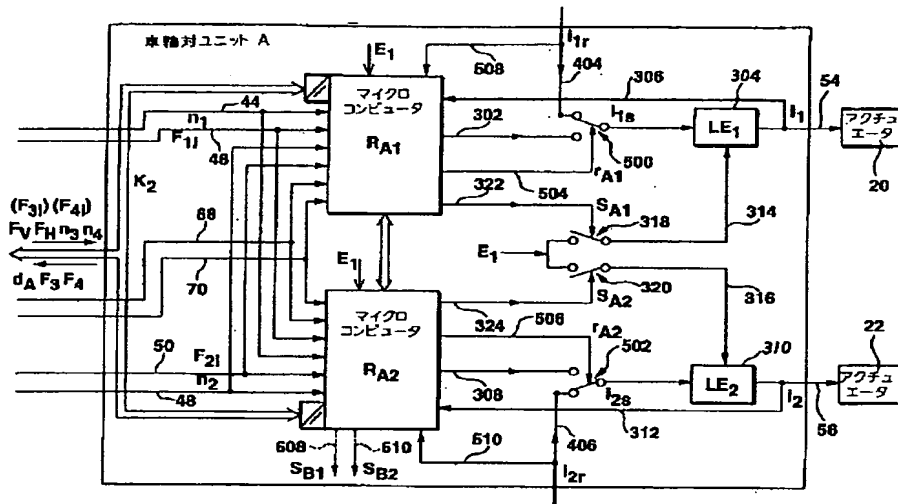
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 シュテファン・オッターペイン
ドイツ連邦共和国 70469 シュトゥット
ガルト, ハイデシュトラッセ 45

(72)発明者 ペーター・ブレッシング
ドイツ連邦共和国 74078 ハイルブロン,
ブルグンデンシュトラッセ 95